การพัฒนารูปแบบการผลิตฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง (Vertical Farm) ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสำหรับเกษตรกร ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

Development of Production Model of Andrographis paniculata with Vertical Farming Technology that Environmentally Friendly for Farmers Thakradan Subdistrict, Sanam chaikhet District, Chachoengsao Province

ณัฐพร สนเผือก[1*] สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์[1] และ ผุสดี ภุมรา[1]

Nattaporn Sonphueak[1*], Sureeporn Thamikkapong[1] and Phussadee Phummara[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการผลิตฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้แก่เกษตรกร ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสาน ได้แก่ การวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถาม และเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของพืช และการวิจัยเชิงคุณภาพโดยการจัดประชุมกลุ่มย่อย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรเห็นประโยชน์จากเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง คิดเป็นร้อยละ 75 ต้องการมีส่วนร่วมพัฒนารูปแบบเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง คิดเป็นร้อยละ 90 รูปแบบเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่ใช้ในการปลูกฟ้าทะลายโจรในพื้นที่มี 3 วิธีการ (TR) โดยผลการเจริญเติบโตของพืช พบว่า วิธีการให้น้ำและปุ๋ยที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ฟ้าทะลายโจรมีค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย ความกว้างใบพืชเฉลี่ย จำนวนใบเฉลี่ย น้ำหนักสดต้นเฉลี่ย น้ำหนักสดรากเฉลี่ย และความยาวรากเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยรูปแบบวิธีการให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3) ส่งผลให้พืชมีค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย ความกว้างใบพืชเฉลี่ย และจำนวนใบพืชเฉลี่ยมากที่สุดในทุกช่วงอายุพืช 20, 30 และ 45 วันหลังปลูก โดยพืชมีอัตราน้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ย น้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ย และความยาวรากพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.83 กรัม/ต้น/วัน 0.64 กรัม/ต้น/วัน และ 0.44 เซนติเมตร/วัน ตามลำดับ เกษตรกรสนใจนำเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งมาใช้ในพื้นที่ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย ประหยัดน้ำ ประหยัดพลังงาน ไม่ทำลายหน้าดิน ลดการใช้พื้นที่ปลูกพืช มีระบบการให้น้ำและปุ๋ยที่ง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: เทคโนโลยี เกษตรแนวตั้ง ฟ้าทะลายโจร เกษตรกร

Received: 16 October 2024; Accepted: 6 December 2024

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะชิงเทรา 24000

[1] Division of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Rajanagarindra Rajabhat University. Chachoengsao. 24000

* Corresponding author: nattaporn.ns4@gmail.com

Abstract

The objective of this research was to develop a production model of *Andrographis paniculata* using vertical farming technology that is environmentally friendly for farmers. This research uses quantitative methodology using questionnaires and comparison of plant growth and qualitative methodology using small group discussion. The research results found that sample group of farmers saw benefits from vertical farming technology accounted for 75 percent and there was a desire to participate in the development of vertical agricultural technology models accounting for 90 percent. The vertical agricultural technology model for used in growing *Andrographis paniculata* in the area has 3 methods (TR), the results of plant growth revealed that different methods of watering and fertilizing as a result, *Andrographis paniculata* has an average plant height, average leaf width, average number of leaves, average plant fresh weight, average root fresh weight and average root lengths were significantly different at the 0.01 level. By the method of providing water through a nano-bubble machine and adding oxygen together with providing liquid fertilizer (TR 3) as a result, the plants have an average plant height, average leaf width and the highest average number of leaves in every plant life stage 20, 30 and 45 days after planting, plants had average plant fresh weight rate, average root fresh weight rate and the average root length rate increased by 0.83 g/plant/day, 0.64 g/plant/day, and 0.44 cm/day, respectively. Farmers are interested in using vertical farming technology in the area, because it is seen as modern technology, saves water and energy, does not destroy the soil, reduces the use of plant growing areas, simple and uncomplicated watering and fertilizer management system, making the production stable and environmentally friendly.

Keywords: Technology, Vertical Farm, *Andrographis paniculata*, Farmers

บทนำ

จากสภาพปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่เหมาะสม ส่งผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรกรรม สวนทางกับปริมาณความต้องการอาหารในการบริโภคสูงขึ้น การทำเกษตรกรรมในศตวรรษที่ 21 จึงมีการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะการเพิ่มปริมาณผลิตผลทางการเกษตรภายใต้กรอบระยะเวลาการปลูกที่สั้นลง มีความหนาแน่นในการปลูกในพื้นที่ปลูกที่จำกัด (Zhang et al., 2018) การเกษตรชีวภาพที่ลดการใช้สารเคมีภายใต้การควบคุมสภาวะแวดล้อม ปริมาณความเข้มแสงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ส่งผลให้เกิดการสะสมมวลชีวภาพในต้นกล้าของพืช (Zheng et al., 2019) แนวคิดการทำเกษตรกรรมแนวตั้ง (Vertical Farming) เป็นแนวคิดหนึ่งที่ตอบโจทย์การผลิตพืชในยุคใหม่ ซึ่งได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น คุณภาพน้ำ และปริมาณของแสงได้ตามต้องการ (ปฐมพร และคณะ, 2561) สามารถดำเนินการปลูกได้ตลอดทั้งปี ใช้ปริมาณน้ำ พลังงาน และพื้นที่จำกัด ป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชได้ (เสาวนีย์, 2561) ซึ่งจังหวัดฉะเชิงเทรามีแนวทางการพัฒนาด้านการเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกพืชสมุนไพรที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถลดปัจจัยการผลิต ปลูกพืชในพื้นที่จำกัด เพื่อผลักดันให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และสามารถพึ่งพาตนเองได้ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (สกพอ.) มีความสนใจที่จะยกระดับพัฒนาพื้นที่ในการปลูกพืชสมุนไพรเชิงอุตสาหกรรมโดยใช้ประโยชน์ที่ดินในแปลงขนาดเล็กที่ให้ผลตอบแทนสูง ส่งเสริมการปลูกพืชสมุนไพรให้เป็นพืชเศรษฐกิจตามความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2565) ส่งเสริมการขยายพันธุ์พืชสมุนไพรที่มีแนวโน้มขาดแคลนและหายาก เพื่อให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงแหล่งพันธุ์ดี มีคุณภาพ และนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้กับแปลงเกษตรของตนเอง (ยุพิน, 2564)

พื้นที่ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา มีการจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรแปลงรวมบ้านหนองกระทิง หมู่ 20 ขึ้น โดยมีสมาชิกประมาณ 35 ราย ที่เป็นเจ้าของพื้นที่ในการปลูกพืชผัก และพืชสมุนไพร โดยมีสำนักงานเกษตรอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทราช่วยสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ และส่งเสริมความรู้ โดยให้เกษตรกรออกแบบแนวทางการปลูกพืชสมุนไพร และพืชผักสลับหมุนเวียนกันไปในแต่ละช่วงฤดูกาล แต่ปัจจุบันมีความต้องการพืชสมุนไพรมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟ้าทะลายโจร เนื่องจากมีสรรพคุณในการป้องกันโรค มีปริมาณสารสำคัญประเภทแลคโตน (lactone) เพื่อใช้เป็นยา (จรัญ และคณะ, 2563) แต่การปลูกฟ้าทะลายโจรในปัจจุบันเป็นการปลูกตามธรรมชาติไม่มีการควบคุมระบบการปลูกทำให้ปริมาณผลผลิตไม่คงที่ ระยะปลูกฟ้าทะลายโจรที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลให้พืชมีการแตกกิ่งน้อย และให้ผลผลิตจำนวนใบต่อต้นน้อย (สมยศ และคณะ, 2560) ดังนั้นการนำเทคโนโลยีเกษตรกรรมแนวตั้งที่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิต จึงเป็นแนวทางที่ตอบโจทย์การผลิตพืชในพื้นที่ เนื่องจากสามารถดำเนินการได้ตลอดทั้งปี ใช้พื้นที่จำกัด และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

คณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการส่งเสริมการปลูกฟ้าทะลายโจรในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราให้เป็นไปตามนโยบายของจังหวัด จึงมีแนวคิดที่จะดำเนินการวิจัยพัฒนารูปแบบการผลิตฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้แก่เกษตรกร ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการผลิตฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้แก่เกษตรกร โดยดำเนินการภายใต้กระบวนการมี

ส่วนร่วมกับกลุ่มเกษตรกรบ้านหนองกระทิงในพื้นที่หมู่ที่ 20 ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทราอย่างเหมาะสมตามความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์ เพื่อให้เกิดการทดลองใช้รูปแบบเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การถ่ายทอดองค์ความรู้ และนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่จริง

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ เกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่บ้านหนองกระทิง หมู่ที่ 20 ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 939 คน (สำนักบริหารการทะเบียน, 2566) โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรที่เป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรแปลงรวมบ้านหนองกระทิง ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 20 คน ซึ่งมีการคัดเลือกด้วยวิธีการเจาะจง เป็นผู้ให้ข้อมูล และร่วมแลกเปลี่ยนข้อมูลการปลูกฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งในพื้นที่

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ แบบสอบถามความต้องการพัฒนารูปแบบการผลิตฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง ซึ่งผ่านการประเมินจริยธรรมการวิจัยในคนจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ COA No. 001/2567 RRU-IRB No. 005/2566ซึ่งแบบสอบถามมี 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ความต้องการในด้านการผลิตสมุนไพรรูปแบบเกษตรแนวตั้ง และส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งในพื้นที่ ซึ่งแบบสอบถามนี้ต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และความสอดคล้องเชิงวัตถุประสงค์ (Item Objective Congruency: IOC) ตามสูตรคำนวณของ Fitzpatrick. (1983) โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการวิจัยเชิงคุณภาพจำนวน 3 คน พบว่า แบบสอบถามมีค่า IOC เกินกว่า 0.5 จึงนำไปทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องมือก่อนนำมาใช้เก็บข้อมูลจริง

ขั้นตอนการวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากการสอบถามเกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน เกี่ยวกับความต้องการในการปลูกพืชสมุนไพรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง และการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของฟ้าทะลายโจรที่ปลูกด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อมีส่วนร่วมในการเสนอแนะแนวทางการพัฒนารูปแบบการปลูกพืชสมุนไพรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งในพื้นที่จริง ทั้งนี้ขั้นตอนการวิจัย จำแนกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสำรวจ รวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับการปลูกพืชสมุนไพรของเกษตรกรเป้าหมาย เช่น รูปแบบการปลูกพืชสมุนไพรเดิม ปริมาณผลผลิต และช่องทางการจำหน่ายผลผลิต ความพร้อมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีของเกษตรกร เพื่อนำมาวิเคราะห์กำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการนำเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งมาใช้ในพื้นที่ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการสุ่มเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพดิน และคุณภาพน้ำในแปลงเกษตรกรเพื่อตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการผลิตพืชสมุนไพร โดยใช้เทคโนโลยีการเกษตรแนวตั้งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเหมาะสมกับพื้นที่ โดยการมีส่วนร่วมของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่บ้านหนองกระทิง จำนวน 20 คน ผ่านการจัดประชุมกลุ่มย่อย

ระยะที่ 3 ประเมินผลรูปแบบการผลิตฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง การทดลองปลูกฟ้าทะลายโจรโดยใช้เทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งในแปลงเกษตรกรอาสาสมัครเป็นแปลงเกษตรสาธิต ระยะเวลาการปลูกฟ้าทะลายโจรนาน 45 วัน ติดตั้งรูปแบบ

เทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง ติดตั้งระบบการให้น้ำและปุ๋ยแบบอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนด (จุฑารัตน์ และคณะ, 2566) โดยกำหนดให้มีรูปแบบวิธีการให้น้ำและปุ๋ยจำนวน 3 รูปแบบ (TR) คือ การให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 1) การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 2) และการให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและก๊าซออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3) จัดให้มีการให้น้ำและปุ๋ยน้ำวันละ 3 ครั้ง ที่เวลา 7.00 11.00 และ 17.00 น ระยะเวลาการให้น้ำต่อครั้ง นาน 5 นาที โดยปริมาณน้ำที่ให้/ต้น/ครั้ง ประมาณ 50 มิลลิลิตร เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการปลูก และวิธีการให้น้ำและปุ๋ยด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่ส่งผลให้ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตสูงสุด โดยมีการเก็บข้อมูลตรวจวัดการเจริญเติบโตของฟ้าทะลายโจรเปรียบเทียบในช่วงก่อนปลูกและหลังปลูก ได้แก่ น้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ย น้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ย และความยาวรากพืชเฉลี่ย การเก็บข้อมูลตรวจวัดในช่วงระหว่างการปลูกจำนวน 4 ครั้ง (10, 20, 30 และ 45 วันหลังปลูก) ได้แก่ ความสูงต้นพืชเฉลี่ย ความกว้างใบพืชเฉลี่ย และจำนวนใบพืชเฉลี่ย รวมทั้งการนำข้อมูลมาค่าอัตราการเจริญเติบโตของฟ้าทะลายโจรตั้งแต่ก่อนปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยวพืช เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งไปประยุกต์ใช้จริงในพื้นที่

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ทางสถิติ (Descriptive Statistics) เพื่อหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติระหว่างตัวแปร (ANOVA) และเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยการบรรยายเชิงเนื้อหาพรรณนาจากผลการประชุมกลุ่มย่อย

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สถานการณ์การปลูกพืชสมุนไพร ความพร้อมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งของเกษตรกร

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรแปลงรวมบ้านหนองกระทิงจัดตั้งขึ้นตั้งแต่ปี 2561 โดยมีเกษตรกรในพื้นที่ร่วมเป็นสมาชิกกลุ่ม จำนวนทั้งสิ้น 35 ราย โดยการจัดสรรพื้นที่ให้กับสมาชิกกลุ่มทุกคนเท่าเทียมกัน แหล่งน้ำที่ใช้ในการปลูกพืชมาจากบ่อน้ำที่รองรับน้ำฝน เกษตรกรมีอิสระในการวางแผนปลูกพืชด้วยตัวเองตามแต่ละฤดูกาล โดยปลูกพืชสมุนไพร เช่น ขิง ข่า ตระไคร้หอม ฟ้าทะลายโจร และขมิ้นชัน เป็นต้น พืชผัก เช่น กะหล่ำปลี ผักบุ้ง บวบ ต้นหอม ถั่วฝักยาว มะระขี้นก มะเขือ คะน้า กวางตุ้ง พริก ฟักทอง เป็นต้น ปลูกเพื่อบริโภคกินเองในครัวเรือน และบางส่วนขายส่งให้กับพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อผลผลิตที่แปลงเกษตรกรสัปดาห์ละ 2 วัน เพื่อนำไปจำหน่ายปลีกในพื้นที่ เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างมีความสนใจ และพร้อมรับการถ่ายทอดนำเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งมาใช้ในพื้นที่ เนื่องจากเห็นว่าเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย ประหยัดน้ำ พลังงาน และพื้นที่ปลูก ได้ผลผลิตที่คงที่ สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ความต้องการของเกษตรกรในด้านการปลูกฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามการพัฒนารูปแบบการผลิตฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพืชสมุนไพรมากกว่า 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 90 โดยปลูกพืชสมุนไพรเพื่อการจำหน่ายในรูปแบบขายส่งให้กับพ่อค้าคนกลาง คิดเป็นร้อยละ 85 ซึ่งเป็นตลาดรับซื้อพืชที่ผูกขาดแน่นอน คิดเป็นร้อยละ 95 เกษตรกรมีรายได้ขั้นต่ำที่แน่นอนจากการจำหน่ายผลผลิตพืชในแปลงเกษตร คิดเป็นร้อยละ 65 สำหรับความต้องการของเกษตรกรในการพร้อมรับการ

ถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า เกษตรกรไม่มีประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งปลูกพืชมาก่อน คิดเป็นร้อยละ 100 เกษตรกรส่วนใหญ่มีความพร้อมยอมรับการใช้เทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งจากงานวิจัยเพื่อนำมาปลูกพืช คิดเป็นร้อยละ 95 เกษตรกรส่วนใหญ่เห็นประโยชน์จากการผลิตพืชด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งเนื่องจากสามารถลดการใช้น้ำและใช้สารเคมี คิดเป็นร้อยละ 75 และมีความต้องการในการมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนารูปแบบการผลิตพืชด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง คิดเป็นร้อยละ 90 โดยส่วนใหญ่เกษตรกรคิดเห็นว่าควรออกแบบเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่ราคาไม่แพง ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เกษตรกรสามารถลงทุนผลิตเองได้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพดินและน้ำในแปลงเกษตรกร

ตัวอย่างดินที่เก็บจากแปลงเกษตรกรในพื้นที่บ้านหนองกระทิง มีค่าเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าอินทรียวัตถุ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก มีค่าแคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง และมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก (ตารางที่ 1)

ตัวอย่างน้ำจากบ่อกักเก็บน้ำของเกษตรกรในพื้นที่บ้านหนองกระทิง อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานน้ำผิวดิน โดยมีค่าความเป็นด่างเล็กน้อย มีปริมาณน้ำมันและไขมันน้อยกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) เท่ากับ 7.40 มิลลิกรัม/ลิตร มีปริมาณความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ในน้ำ (BOD) เท่ากับ 2.15 มิลลิกรัม/ลิตร มีปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ (TS) เท่ากับ 106 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่พบการปนเปื้อนของโลหะหนักที่เป็นอันตราย (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพดินจากแปลงเกษตรกรในพื้นที่บ้านหนองกระทิง

รายการวิเคราะห์	หน่วย	ค่าที่ตรวจวิเคราะห์ได้	ระดับ
pH (พีเอช)		6.5	กรดเล็กน้อย
อนุภาคดิน	เปอร์เซ็นต์		
- ทราย		45	
- ทรายแป้ง		32	
- ดินเหนียว		23	
อินทรียวัตถุ	กรัม/กิโลกรัม	6.58	ต่ำมาก
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	235	สูงมาก
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	6.35	ต่ำมาก
แคลเซียมเซียมที่เป็นประโยชน์	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	2,816	สูง
แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	696	สูง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากบ่อกักเก็บน้ำของเกษตรกรในพื้นที่บ้านหนองกระทิง

รายการวิเคราะห์	หน่วย	ค่าที่ตรวจวิเคราะห์ได้
pH (พีเอช)		7.86
ปริมาณน้ำมันและไขมัน	มิลลิกรัม/ลิตร	น้อยกว่า 5.00
ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO)	มิลลิกรัม/ลิตร	7.40
ปริมาณความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ในน้ำ (BOD)	มิลลิกรัม/ลิตร	2.15
ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ (TS)	มิลลิกรัม/ลิตร	106
สารหนู (As)	มิลลิกรัม/ลิตร	0.014
แคดเมียม (Cd)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่พบ
ตะกั่ว (Pb)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่พบ
ปรอท (Hg)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่พบ

รูปแบบเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งในการปลูกฟ้าทะลายโจรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งให้กับเกษตรกรบ้านหนองกระทิง

เทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งมีหลักการทำงาน คือ การปลูกพืชโดยใช้ดินปลูกในหลุมรางที่ออกแบบไว้จำนวน 5 ชั้น มีมุมลาดเอียง 45 องศา ระบบการให้น้ำและปุ๋ยจะเป็นแบบน้ำหยดอัตโนมัติ สามารถควบคุมตั้งเวลาเปิด-ปิดให้น้ำและปุ๋ยได้โดยใช้นาฬิกาตั้งเวลาแบบอัตโนมัติ จัดให้มีการให้น้ำและปุ๋ยน้ำวันละ 3 ครั้ง ที่เวลา 7.00, 11.00 และ 17.00 น. ระยะเวลาการให้น้ำต่อครั้งนาน 5 นาที โดยปริมาณน้ำที่ให้/ต้น/ครั้ง ประมาณ 50 มิลลิลิตร ปลูกเป็นระยะเวลานาน 45 วัน รูปแบบวิธีการให้น้ำและปุ๋ย 3 รูปแบบ (TR) คือ การให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 1) การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 2) และการให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและก๊าซออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3) ซึ่งปลูกจำนวนรูปแบบละ 35 ต้น ข้อดีของเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง คือ ประหยัดพื้นที่ปลูก สามารถปลูกพืชได้จำนวนหลายๆ ต้น พร้อมกัน มีระบบให้น้ำและปุ๋ยที่สะดวก ไม่ซับซ้อน ใช้น้ำน้อย ไม่ทำลายหน้าดิน ง่ายต่อการใช้งาน สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 รูปแบบเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่ใช้ในการปลูกฟ้าทะลายโจรในแปลงเกษตรกร

ผลการเจริญเติบโตของฟ้าทะลายโจรที่ปลูกด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้ง

ผลตรวจวัดการเจริญเติบโตของฟ้าทะลายโจรที่มีรูปแบบวิธีการให้น้ำและปุ๋ย 3 รูปแบบ (TR 1, TR 2 และ TR 3) ในช่วงอายุพืช 10, 20, 30 และ 45 วันหลังปลูก โดยผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจร แสดงดังตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจร แสดงดังตารางที่ 4 และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อจำนวนใบพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจร แสดงดังตารางที่ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลของความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจรที่อายุ 10, 20, 30 และ 45 วันหลังปลูก

รูปแบบการปลูกพืช	ค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย (เซนติเมตร)			
	10 วันหลังปลูก	20 วันหลังปลูก	30 วันหลังปลูก	45 วันหลังปลูก
การให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR1)	7.04±0.96^{b}	9.94±1.79^{b}	21.95±1.23^{c}	36.71±1.84^{c}
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR2)	7.51±0.87^{b}	10.87±1.58^{b}	26.56±1.60^{b}	40.07±1.91^{b}
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3)	10.73±1.79^{a}	16.89±2.35^{a}	30.85±2.40^{a}	48.55±3.22^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์แนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ตารางที่ 4 ผลของความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจรที่อายุ 10, 20, 30 และ 45 วันหลังปลูก

รูปแบบการปลูกพืช	ค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ย (เซนติเมตร)			
	10 วันหลังปลูก	20 วันหลังปลูก	30 วันหลังปลูก	45 วันหลังปลูก
การให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR1)	2.19±0.27^{c}	2.44±0.28^{c}	2.77±0.40^{c}	3.35±0.38^{c}
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR2)	2.52±0.17^{b}	2.75±0.18^{b}	3.04±0.35^{b}	3.84±0.17^{b}
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3)	2.68±0.21^{a}	2.94±0.23^{a}	3.40±0.53^{a}	4.24±0.33^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์แนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ตารางที่ 5 ผลของความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อจำนวนใบพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจรที่อายุ 10, 20, 30 และ 45 วันหลังปลูก

รูปแบบการปลูกพืช	จำนวนใบพืชเฉลี่ย (ใบต่อต้น)			
	10 วันหลังปลูก	20 วันหลังปลูก	30 วันหลังปลูก	45 วันหลังปลูก
การให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR1)	26.77±1.18[c]	36.06±1.61[c]	72.11±2.29[c]	85.94±2.65[c]
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR2)	33.29±2.30[b]	43.09±2.17[b]	82.26±2.30[b]	96.46±3.19[b]
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3)	48.29±2.82[a]	68.06±2.63[a]	99.54±3.44[a]	110.11±3.97[a]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์แนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ผลการเปรียบเทียบค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย ค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ย และค่าจำนวนใบพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจร พบว่า รูปแบบการปลูกฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่มีวิธีการให้น้ำและปุ๋ยน้ำที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ฟ้าทะลายโจรมีค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย ค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ย และค่าจำนวนใบพืชเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติระหว่างตัวแปร (ANOVA) และเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ในทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต (ที่อายุ 10, 20, 30 และ 45 วันหลังปลูก) (ตารางที่ 3, 4 และ 5) โดยที่อายุ 45 วันหลังปลูก พบว่า ฟ้าทะลายโจรที่ใช้วิธีการให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3) มีค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย (48.55 เซนติเมตร) ค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ย (4.24 เซนติเมตร) และค่าจำนวนใบพืชเฉลี่ย (110.11 ใบต่อต้น) ซึ่งมีค่ามากที่สุด โดยพืชมีอัตราค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.93 เซนติเมตรต่อวัน อัตราค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.06 เซนติเมตรต่อวัน และมีจำนวนใบพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 2.06 ใบต่อต้นต่อวัน รองลงมาคือ การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR2) ส่วนการให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR1) ส่งผลให้ฟ้าทะลายโจรมีค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย (36.71 เซนติเมตร) ค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ย (3.35 เซนติเมตร) และค่าจำนวนใบพืชเฉลี่ย (85.94 ใบต่อต้น) ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด โดยพืชมีอัตราค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.67 เซนติเมตรต่อวัน มีอัตราค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.04 เซนติเมตรต่อวัน และมีจำนวนใบพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.53 ใบต่อต้นต่อวัน

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อค่าน้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ย และค่าน้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจรในวันเก็บเกี่ยว (45 วันหลังปลูก) แสดงดังตารางที่ 6 และภาพที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อค่าความยาวรากพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจรในวันเก็บเกี่ยว (45 วันหลังปลูก) แสดงดังตารางที่ 7 และภาพที่ 3

ตารางที่ 6 ผลของความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อค่าน้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ย และค่าน้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจรในวันเก็บเกี่ยว (45 วันหลังปลูก)

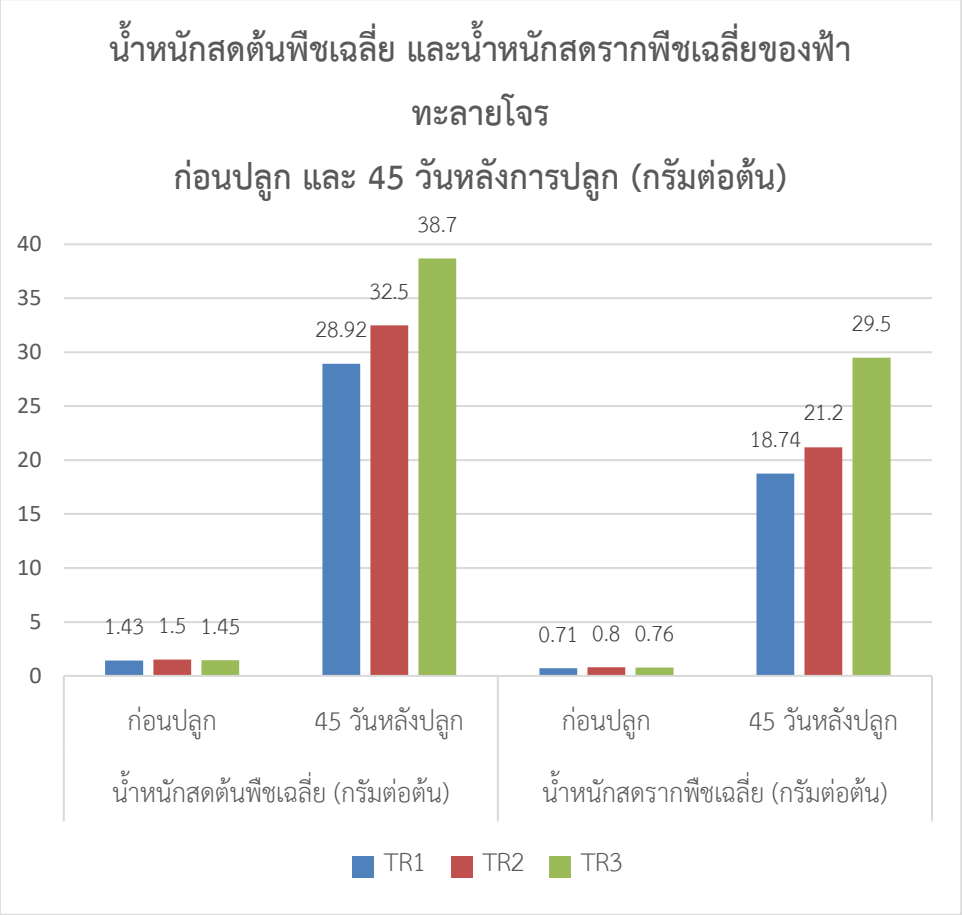
รูปแบบการปลูกพืช	น้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ย (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ย (กรัมต่อต้น)
การให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR1)	28.92±1.16[c]	18.74±1.09[c]
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR2)	32.50±1.40[b]	21.20±1.07[b]
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3)	38.70±1.18[a]	29.50±1.03[a]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์แนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยวิธี Least significant difference (LSD)

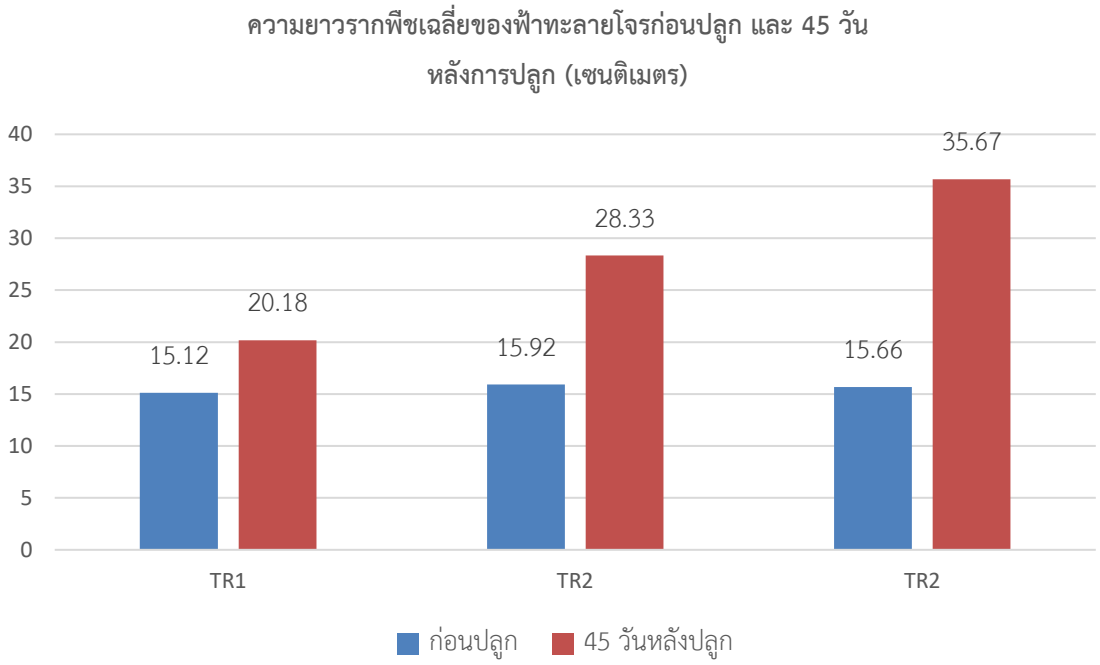
ตารางที่ 7 ผลของความแตกต่างของรูปแบบการปลูกพืชที่มีต่อค่าความยาวรากพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจรในวันเก็บเกี่ยว (45 วันหลังปลูก)

รูปแบบการปลูกพืช	ความยาวรากพืชเฉลี่ย (เซนติเมตร)
การให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR1)	20.18±1.88[c]
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR2)	28.33±1.00[b]
การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3)	35.67±1.95[a]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์แนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยวิธี Least significant difference (LSD)



ภาพที่ 2 น้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ย และน้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจรก่อนปลูก และ 45 วันหลังการปลูก



ภาพที่ 3 ความยาวรากพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจรก่อนปลูก และ 45 วันหลังการปลูก

จากตารางที่ 6 ตารางที่ 7 ภาพที่ 2 และภาพที่ 3 พบว่า รูปแบบการปลูกฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่มีวิธีการให้น้ำและปุ๋ยน้ำที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ในวันเก็บเกี่ยวพืช (45 วันหลังปลูก) ฟ้าทะลายโจรมีค่าน้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ย น้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ย และความยาวรากพืชเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 เปอร์เซ็นต์ โดยฟ้าทะลายโจรที่มีการให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3) มีค่าน้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ย (38.70 กรัมต่อต้น) น้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ย (29.50 กรัมต่อต้น) และความยาวรากพืชเฉลี่ย (35.67 เซนติเมตร) ซึ่งมีค่ามากที่สุด โดยพืชมีอัตราน้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.83 กรัมต่อต้นต่อวัน อัตราน้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.64 กรัมต่อต้นต่อวัน และอัตราความยาวรากพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.44 เซนติเมตรต่อวัน รองลงมาคือ การให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR2) ส่วนการให้น้ำร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR1) ส่งผลให้ฟ้าทะลายโจรมีค่าน้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ย (28.92 กรัมต่อต้น) น้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ย (18.74 กรัมต่อต้น) และความยาวรากพืชเฉลี่ย (20.18 เซนติเมตร) ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด โดยพืชมีอัตราน้ำหนักสดต้นพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.61 กรัมต่อต้นต่อวัน อัตราน้ำหนักสดรากพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.40 กรัมต่อต้นต่อวัน และอัตราความยาวรากพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.11 เซนติเมตรต่อวัน

ผลการพัฒนารูปแบบการผลิตฟ้าทะลายโจรด้วยเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้แก่เกษตรกรบ้านหนองกระทิง ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเจต จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งคุณภาพดินในพื้นที่มีค่าอินทรียวัตถุ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก การนำเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งที่มีรูปแบบวิธีการให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR3) มาประยุกต์ใช้ในพื้นที่ จะสามารถควบคุมปริมาณปุ๋ยน้ำ รวมทั้งระดับออกซิเจนในน้ำที่ให้กับฟ้าทะลายโจรได้คงที่ ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี และผลผลิตมีความสม่ำเสมอ ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตมากที่สุดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ในทุกช่วงอายุพืช 10, 20, 30 และ 45 วันหลังปลูก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยยงค์ และคณะ (2563) ที่พัฒนาระบบเกษตรแนวตั้งควบคุมผ่านแอปพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน โดยได้ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำสำหรับการรดน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้อยู่ในระดับที่พืชต้องการ ซึ่งพบว่า ระบบสามารถควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับผักที่ปลูกได้ ทำให้ผักมีการเจริญเติบโตได้ดี โดยในระยะเวลา 1 สัปดาห์หลังการปลูก ผักมีการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.68 เซนติเมตร หรือมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 0.24 เซนติเมตรต่อวัน ซึ่งสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกับข้อมูลของรังสิมันตุ์ (2563) ที่ศึกษาทดลองพื้นที่เกษตรภายใต้ข้อจำกัดของเมือง โครงการชุมชนเกษตรแนวตั้ง พบว่า การปลูกพืชในรูปแบบเกษตรแนวตั้งที่ใช้น้ำเป็นวัสดุให้สารละลายธาตุอาหารผ่านทางรากพืชโดยตรง ระยะเวลาในการปลูก 37-40 วัน ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ผลดี ประหยัดพื้นที่ในการปลูกพืช และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สรุปผลการวิจัย

รูปแบบเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งมีหลักการทำงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ใช้น้ำน้อย ใช้พลังงานน้อย ใช้พื้นที่ปลูกน้อย ไม่ทำลายหน้าดิน ปลูกฟ้าทะลายโจรโดยใช้ดินปลูกในหลุมรางที่ออกแบบไว้ จำนวน 5 ชั้น มีมุมลาดเอียง 45 องศา มีรูปแบบวิธีการให้น้ำและปุ๋ย 3 รูปแบบ (TR) โดยใช้ระบบน้ำหยดอัตโนมัติที่สามารถควบคุมตั้งเวลาเปิด-ปิดได้โดยใช้นาฬิกาตั้งเวลา มีการให้น้ำและปุ๋ยน้ำวันละ 3 ครั้ง ระยะเวลาการให้น้ำต่อครั้งนาน 5 นาที ปริมาณน้ำที่ให้ 50 มิลลิลิตร/ต้น/ครั้ง ปลูกพืชเป็นระยะเวลานาน 45 วัน

ผลการเปรียบเทียบค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย ค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ย และค่าจำนวนใบพืชเฉลี่ยของฟ้าทะลายโจร พบว่า รูปแบบการปลูกพืชโดยมีวิธีการให้น้ำ

และปุ๋ยน้ำที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ฟ้าทะลายโจรมีค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย ค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ย และค่าจำนวนใบพืชเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 โดยวิธีการให้น้ำที่ผ่านเครื่องนาโนบับเบิ้ลและเติมออกซิเจนร่วมกับการให้ปุ๋ยน้ำ (TR 3) ส่งผลให้ฟ้าทะลายโจรมีค่าความสูงต้นพืชเฉลี่ย ค่าความกว้างใบพืชเฉลี่ย และค่าจำนวนใบพืชเฉลี่ยมากที่สุดในทุกช่วงอายุของพืช 10, 20, 30 และ 45 วันหลังปลูก

การถ่ายทอดผลงานวิจัยรูปแบบเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งในการปลูกฟ้าทะลายโจรให้กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า เกษตรกรมีความสนใจนำเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งมาใช้ในพื้นที่ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย ใช้น้ำน้อย ประหยัดพลังงาน ประหยัดพื้นที่ปลูก ไม่ทำลายหน้าดิน ลดการใช้สารเคมี มีระบบการจัดการให้น้ำและปุ๋ยที่ง่ายไม่ซับซ้อน สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ ทำให้ผลผลิตคงที่ และที่สำคัญเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรแนวตั้งให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อรองรับการปลูกพืชได้หลากหลายชนิด อีกทั้งในอนาคตควรมีการประเมินในเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนเปรียบเทียบกับผลผลิตพืชที่จำหน่ายได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณแหล่งทุนอุดหนุนทุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ เกษตรกรกลุ่มเป้าหมายและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่ตำบลท่ากระดานอำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทราที่ให้ความร่วมมือ และสนับสนุนข้อมูลจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จรัญ ดิษฐไชยวงศ์ เสงี่ยม แจ่มจำรูญ ดิเรก ตนพะยอม มัลลิกา แสงเพชร สัจจะ ประสงค์ทรัพย์ จิดาภา สุภาผล แสงมณี ขิงดวง ไกรศร ตำวงศ์สมพร วนะสิทธิ์ เตือนใจ พุดชัง พุฒนา รุ่งระวี วาสนา โตเลี้ยง และสุวิทย์ ชัยเกียรติยศ. 2563. วิจัยและพัฒนาการผลิตฟ้าทะลายโจรเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ. รายงานผลงานวิจัยและพัฒนา ปี 2554 กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

จุฑารัตน์ วิวิจไชย ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ และปิยวดี ยาบุษดี. 2566. การพัฒนาระบบอัตโนมัติสาหรับการปลูกพืชแนวตั้ง. ใน: การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 10 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 8. วันที่ 28 พฤษภาคม 2566. มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

ชัยยงค์ เสริมผล ชุติมันต์ ศรีวันคำ ญาณกร กงถัน และณภัทร สวนสนิท. 2563. ระบบเกษตรแนวตั้งควบคุมผ่านแอปพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. 8(2), 187-200.

ปฐมพร รีเรียง ปรัชญา พานิช และ สุรเกียรติ กิจแก้ว. 2561. การพัฒนาระบบปลูกข้าวด้วยเกษตรแบบแนวตั้ง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ยุพิน พงษ์ทอง. 2564, 12 สิงหาคม. ส.ป.ก.ดัน “ฉะเชิงเทรา” โมเดลอุตสาหกรรมสมุนไพร. กรุงเทพธุรกิจ. สืบค้นวันที่ 3 ตุลาคม 2564, จาก http://www.bangkokbiznews.com/business/953763

รังสิมันตุ์ สารตัน. 2563. การทดลองพื้นที่เกษตรภายใต้ข้อจำกัดของเมือง: โครงการชุมชนเกษตรแนวตั้ง. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร

บัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล โสมนันทน์ ลิพันธ์ และสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2560. ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตฟ้าทะลายโจร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 35(2), 49-56.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดฉะเชิงเทรา. 2565. แผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ของจังหวัดฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2566 – 2570. ฉะเชิงเทรา: สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักบริหารการทะเบียน. 2566. จำนวนประชากร. กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม 2565, จากhttp://www.bora.dopa.go.th

เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม. 2561. การทำเกษตรกรรมแนวตั้ง (Vertical Farming). วารสารสิ่งแวดล้อม. 22(2), 57-63.

Fitzpatrick, A. R. 1983. The meaning of content validity. Applied Psychological Measurement. 7(1), 3–13.

Zhang, X., D. He, G. Niu, Z. Yan, and J. Song. 2018. Effects of environment lighting on the growth, photosynthesis, and quality of hydroponic lettuce in a plant factory. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 11(2), 33–40.

Zheng, J., F. Ji, D. He, and G. Niu. 2019. Effect of light intensity on rooting and growth of hydroponic strawberry runner plants in a LED plant factory. Agronomy. 9(12), 875.